

Makroskopische Verkehrsmodellierung mit der Einflussgröße Telematik

Stephan Müller



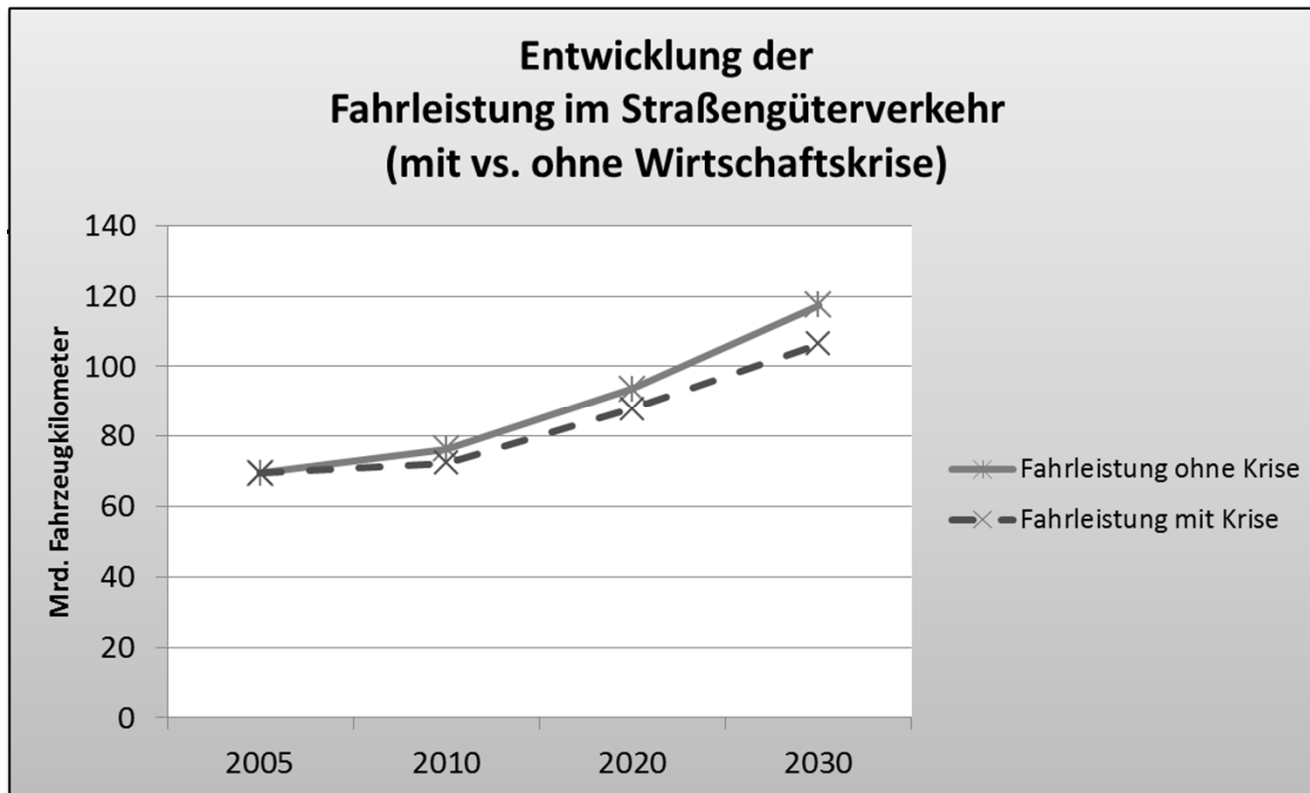
Inhalt der Präsentation

- Motivation für das Forschungsthema
- Vorstellung der entwickelten Methode
- Umsetzung der Methode am Beispiel von CACC
- Zusammenfassung und Ausblick im Forschungsthema

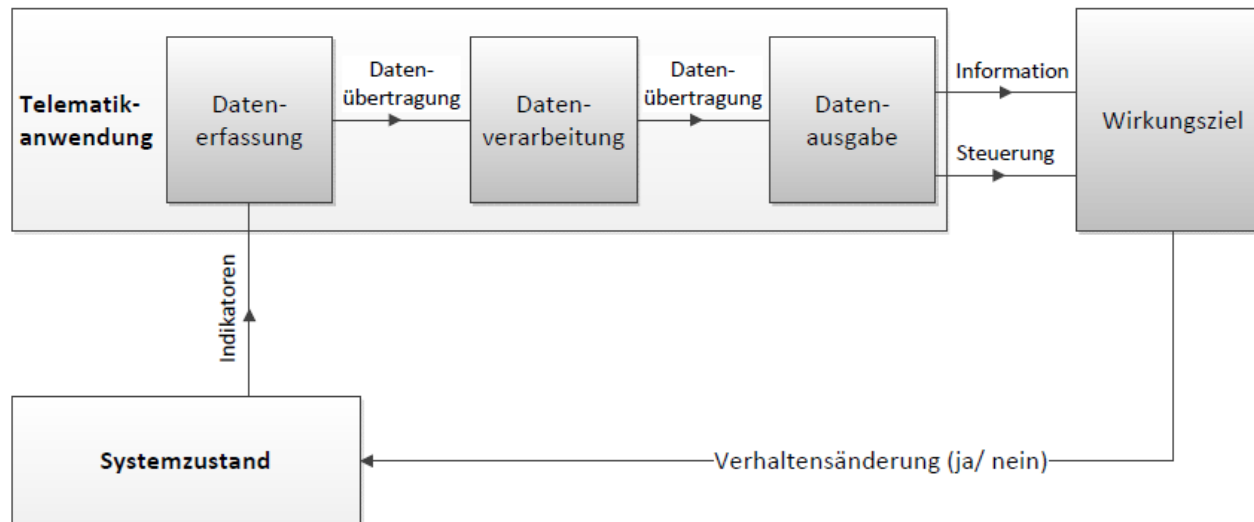


Motivation für das Forschungsthema

- Wie wird die Mobilität in der Zukunft nachhaltig sichergestellt?



Definition von Telematik

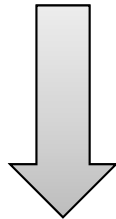


***Telematik ist ein Prozess mit den Stufen Datenerfassung, Datenverarbeitung und Datenausgabe, welcher mit Sensoren, Informations- und Kommunikationstechnologien sowie mathematischen Methoden ein Wirkungsziel erreicht.
Das Wirkungsziel von Telematik wird mit Informationen oder Steuerung angesprochen.***



Telematik im Güterverkehr

- Flottenmanagement
- Track and Trace
- Laderaumoptimierung
- Notbremsassistent
-



- Fahrzeugauslastung
- Leerfahrten
- Fahrzeugkilometer
- Sicherheit
- ...

- Die Entwicklung und der Einsatz von Telematik ist in einem fortschreitenden Prozess in den Bereichen:

- Intelligenz im Fahrzeug und der Infrastruktur
- Neue Hard- und Software
- Modelle und Algorithmen

Quelle: Giannopoulos2008



Telematik im Güterverkehr

- Flottenmanagement
- Track and Trace
- Laderaumoptimierung
- Notbremsassistenten
-



**Es ändern sich
Rahmenbedingungen des
Verkehrssystems**

- Fahrzeugauslastung
- Leerfahrten
- Fahrzeugkilometer
- Sicherheit
- ...

- Entwicklung und der Einsatz von Telematik ist in einem fortschreitenden Prozess in verschiedenen Bereichen:

- Intelligenz im Fahrzeug und der Infrastruktur
- Neue Hard- und Software
- Modelle und Algorithmen



Fragestellung in der Dissertation

Wie kann Telematik in die makroskopische Verkehrsmodellierung integriert werden?

Die Umsetzung erfolgte am Beispiel von Cooperative Adaptive Cruise Control.



Inhalte der Präsentation

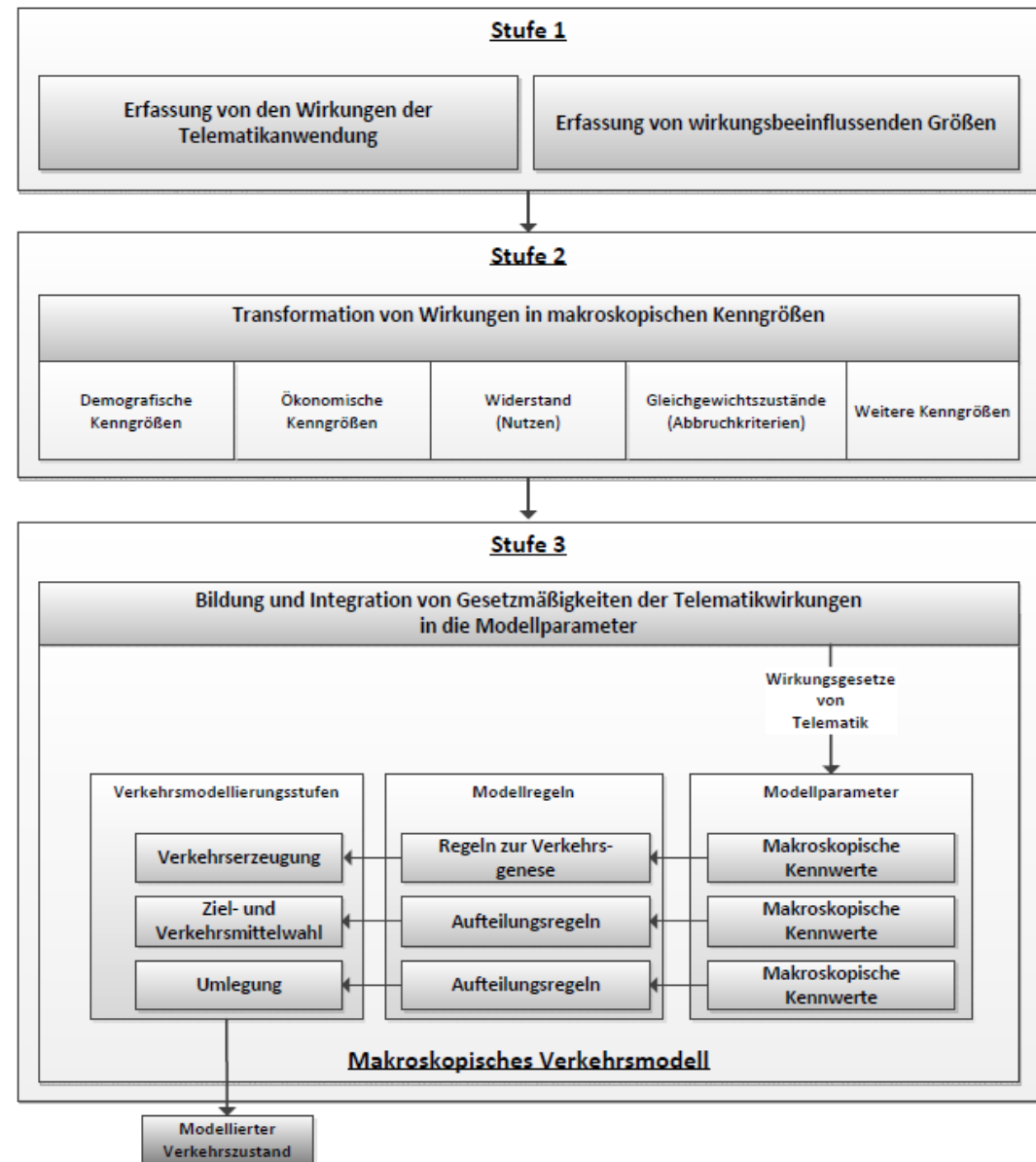
- Motivation für das Forschungsthema
- Vorstellung der entwickelten Methode
- Umsetzung der Methode am Beispiel von CACC
- Zusammenfassung und Ausblick im Forschungsthema



Methode

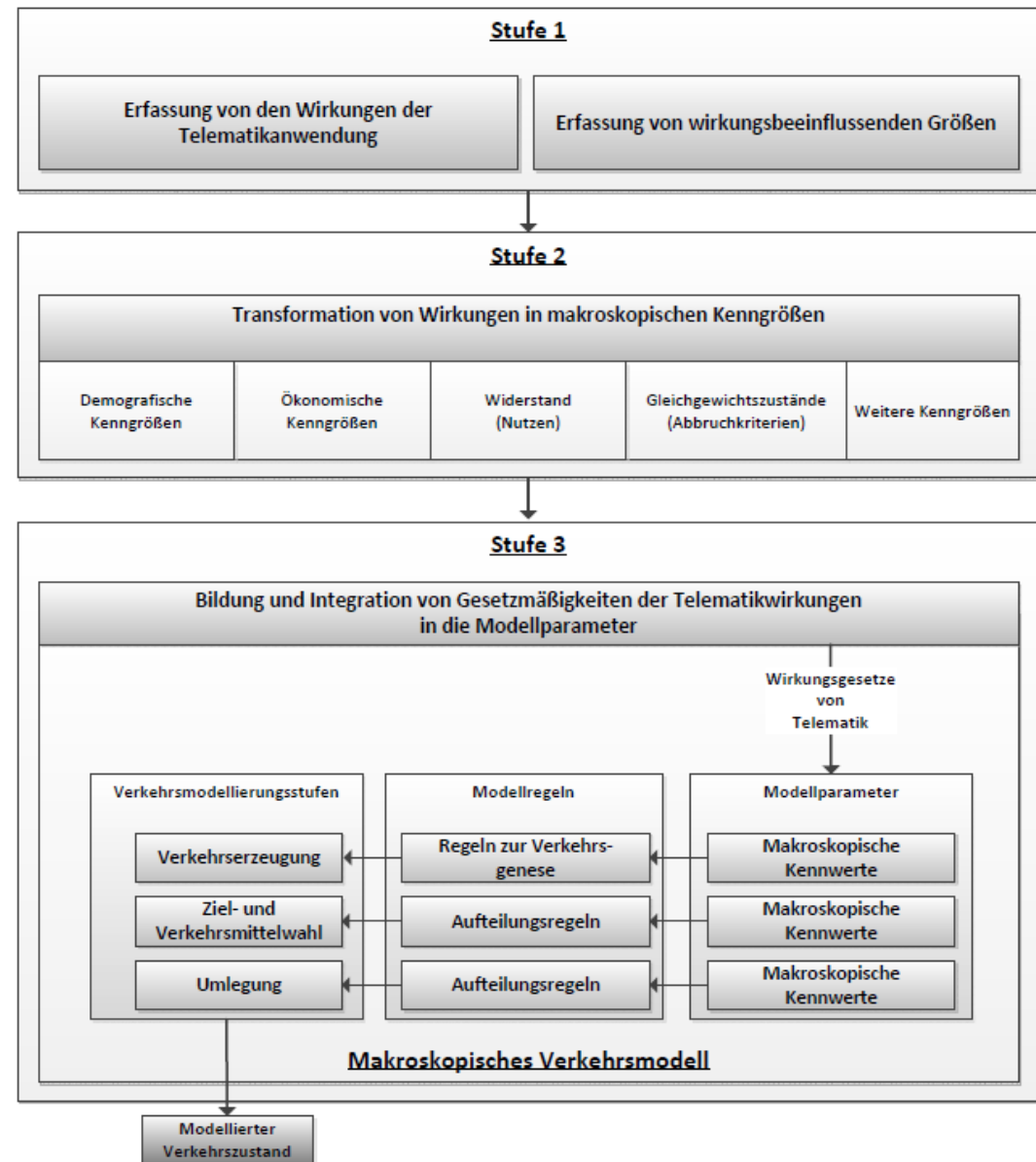
- 3 Stufen Prozess:

1. Wirkungen und deren Einflussgrößen ermitteln
2. Transformation in makroskopische Kennwerte (Parameter)
3. Gesetzmäßigkeiten der Telematik in diese Kennwerte integrieren



Vorteile der Methode

- Für jede Telematik anwendbar
- Auf jedes makroskopische Modell anwendbar
- Erzeugt eine sehr exakte Abbildung von Telematik im Modell durch konkrete Regeln des Systems



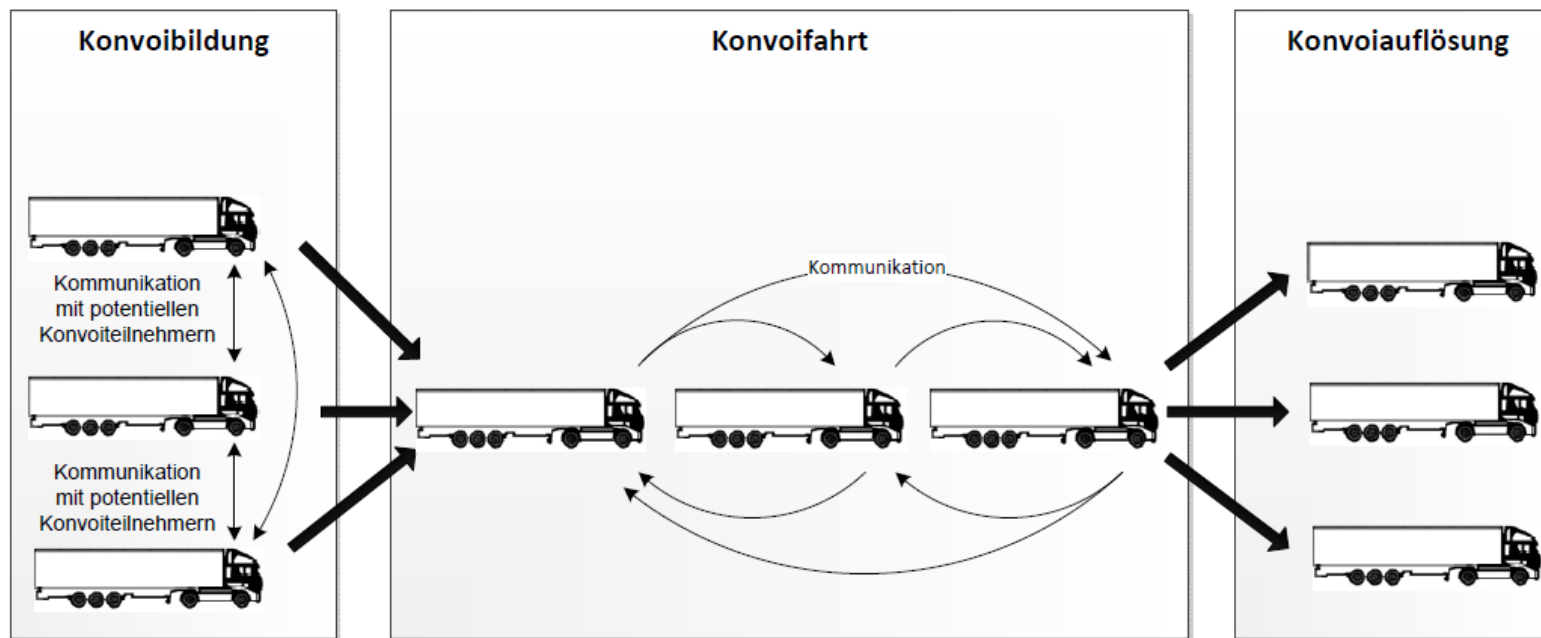
Inhalte der Präsentation

- Motivation für das Forschungsthema
- Vorstellung der entwickelten Methode
- **Umsetzung der Methode am Beispiel von CACC**
- Zusammenfassung und Ausblick im Forschungsthema



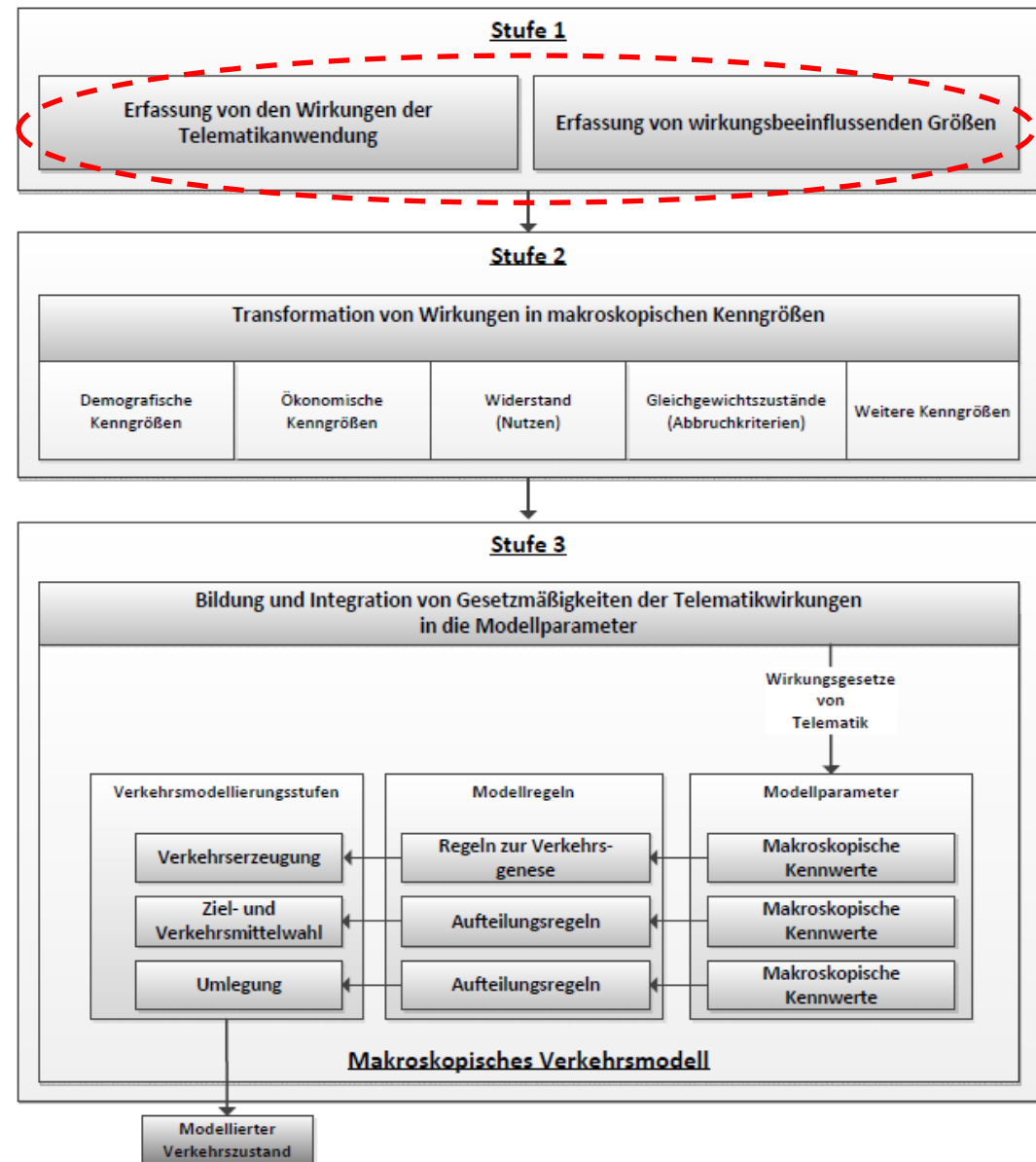
CACC im Überblick

- Kopplung von bis zu 7 Lkw mit einem Abstand von 10m
- Automatische Fahrzeugführung der Folgefahrzeuge
- Konvoibildung ist voraussichtlich fahrerorganisiert



Stufe 1 der Methode

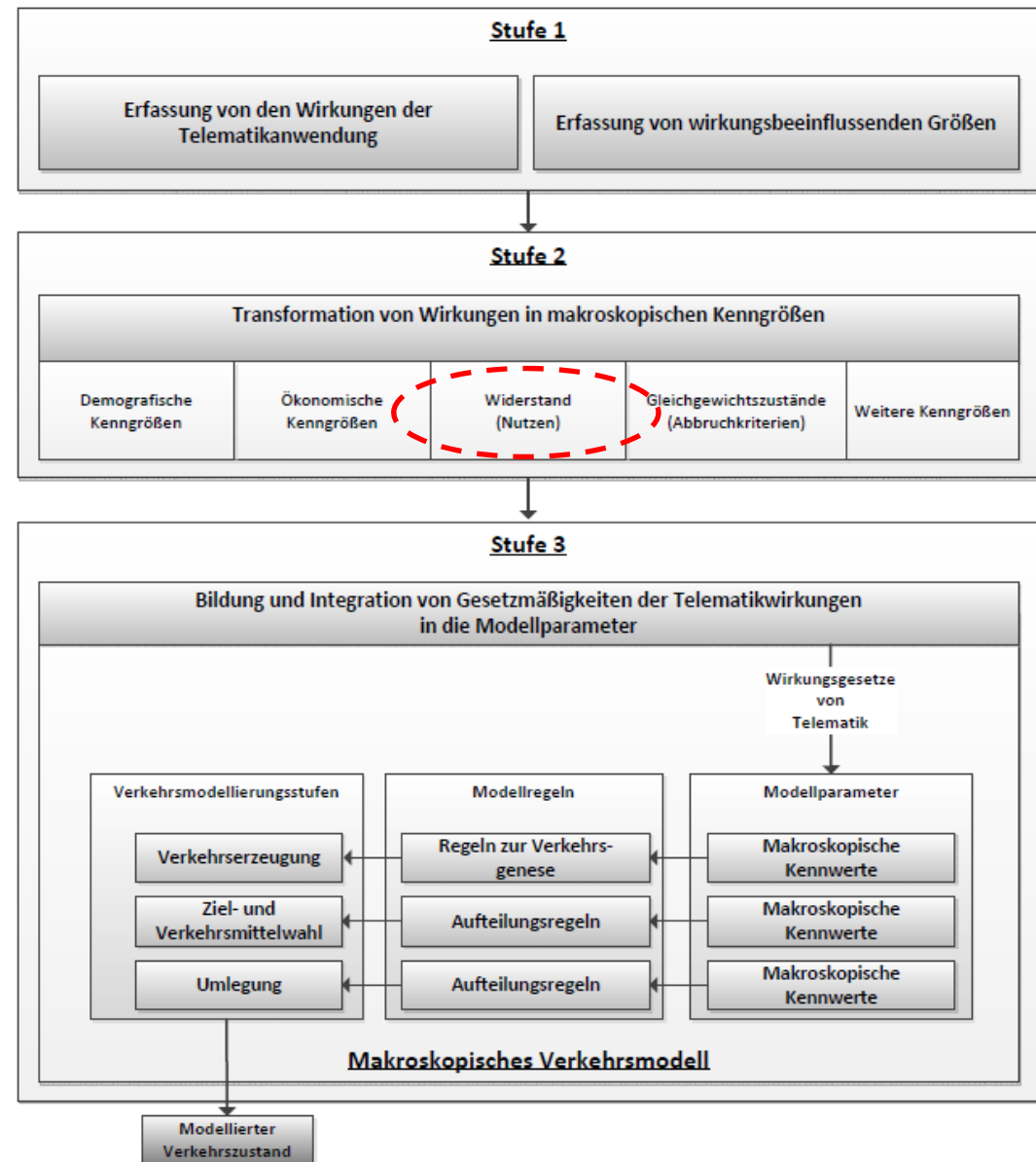
- Reisezeit
(Anzahl Fz)
- Kapazität
(Anzahl Fz)
- Kraftstoffverbrauch
(Abstand Fz)
- Sicherheit
(Anzahl Fz)



Stufe 2 der Methode

$$W = \sum_i \alpha_{w_i} \cdot w_i = \alpha_t \cdot f_{Z_t} + \alpha_K \cdot f_{Z_K} + \alpha_{EK} \cdot f_{Z_{EK}}$$

$$W^{CACC} = \alpha_t \cdot f_{Z_t}^{CACC} + \alpha_K \cdot f_{Z_K}^{CACC} + \alpha_{EK} \cdot f_{Z_{EK}}^{CACC}$$



Stufe 3 der Methode

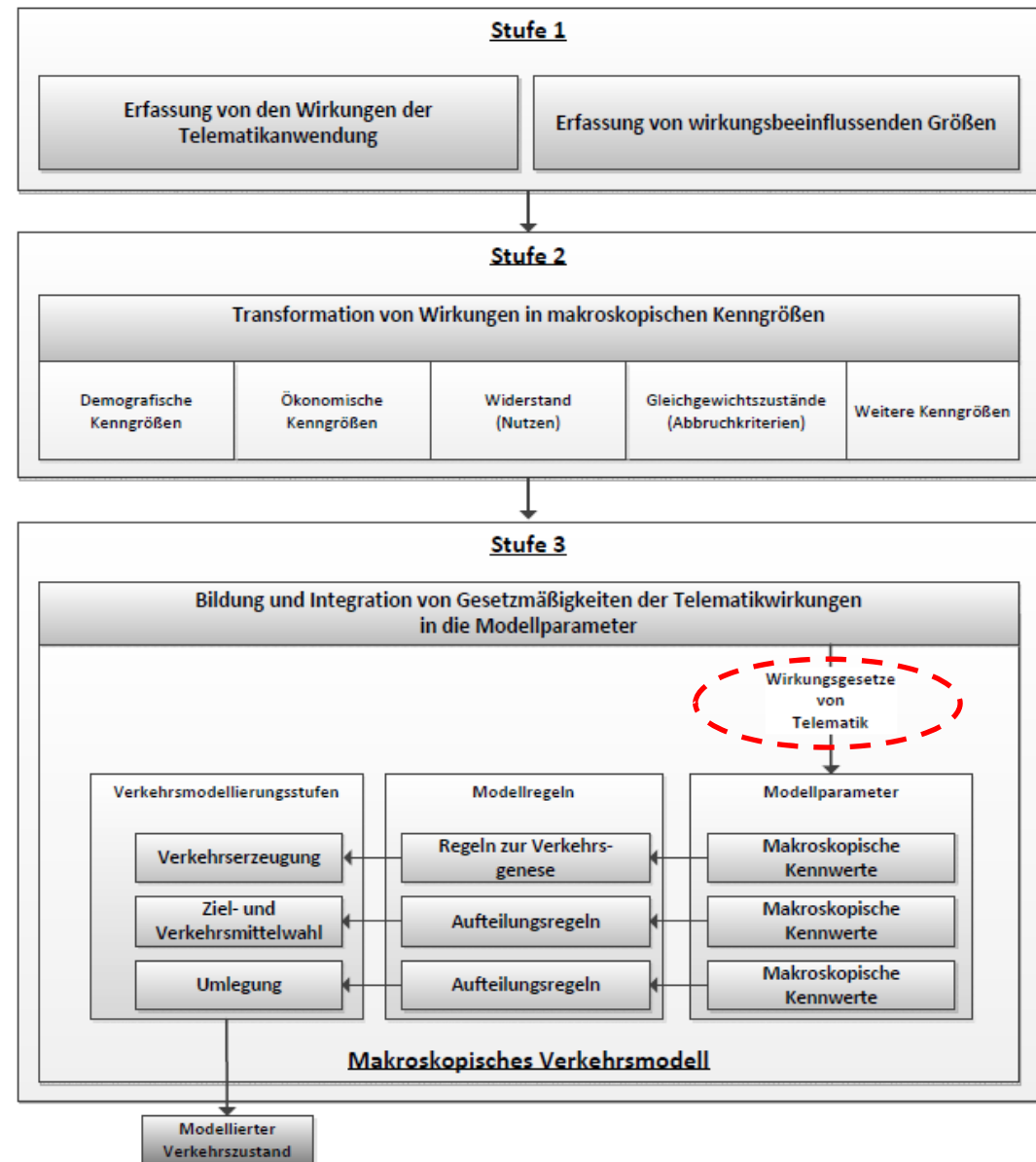
-Reisezeit

-Kapazität

-Kraftstoffverbrauch

-Sicherheit

Daten/Gesetzmäßigkeiten
nicht vorhanden



Stufe 3 der Methode

- Gesetzmäßigkeiten der Wirkungen in die makroskopischen Parameter integrieren



- Kraftstoffverbrauch
- Sicherheit

- Zentraler Bestandteil der Nutzenfunktion in den bestehenden Modellen

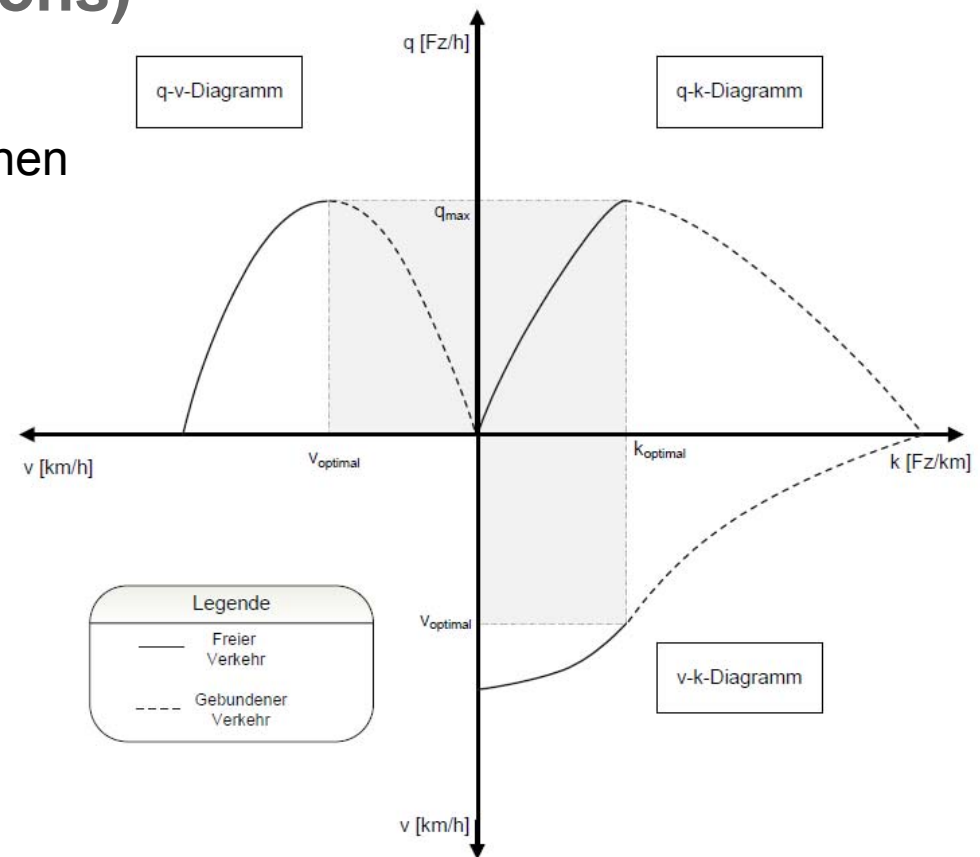


CR-Funktionen



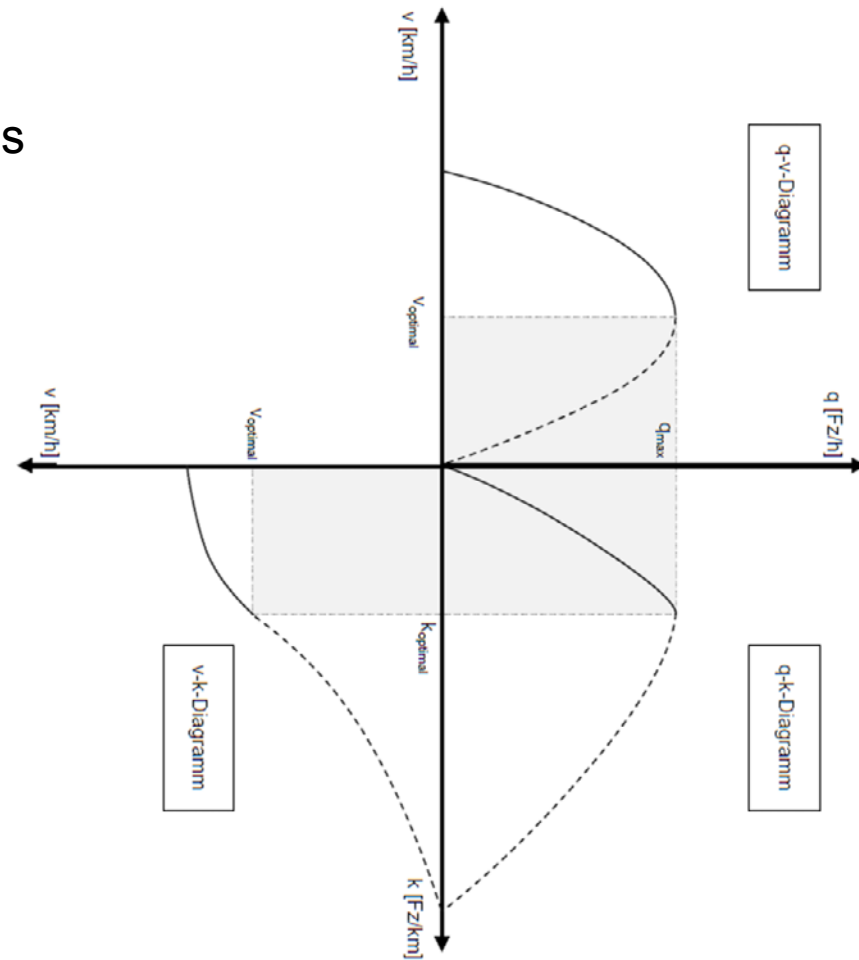
Capacity Restraint-Funktionen (Volume Delay Functions)

- Das Fundamentaldiagramm ist die Basis von CR-Funktionen



Capacity Restraint-Funktionen

- In Form eines q-v-Diagrammes



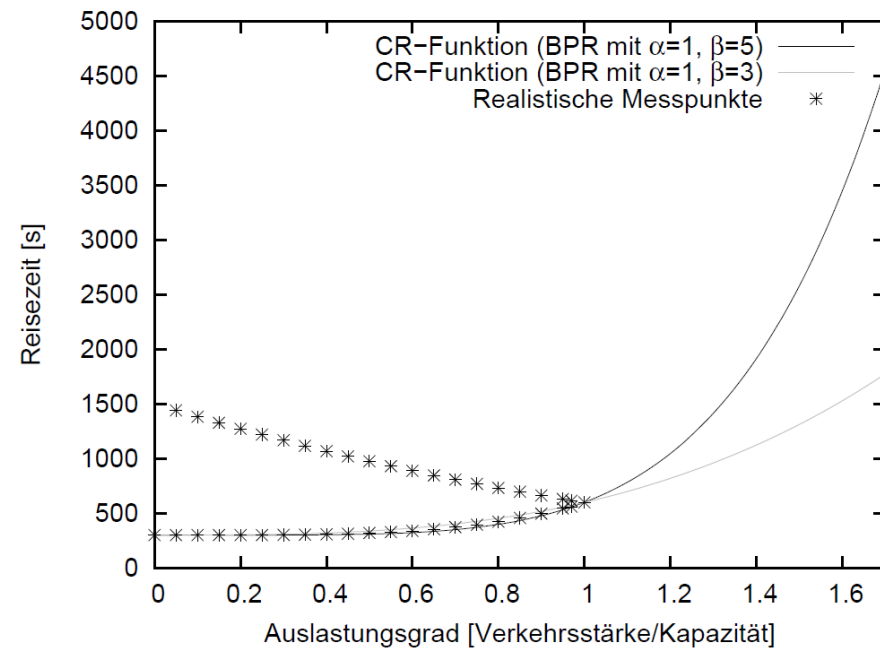
Capacity Restraint-Funktionen

- Als q-t-Diagramm formuliert

- CR-Funktionen können
im Bereich

$$\frac{q}{q_{max} \cdot \gamma} \leq 1$$

perfekt sein



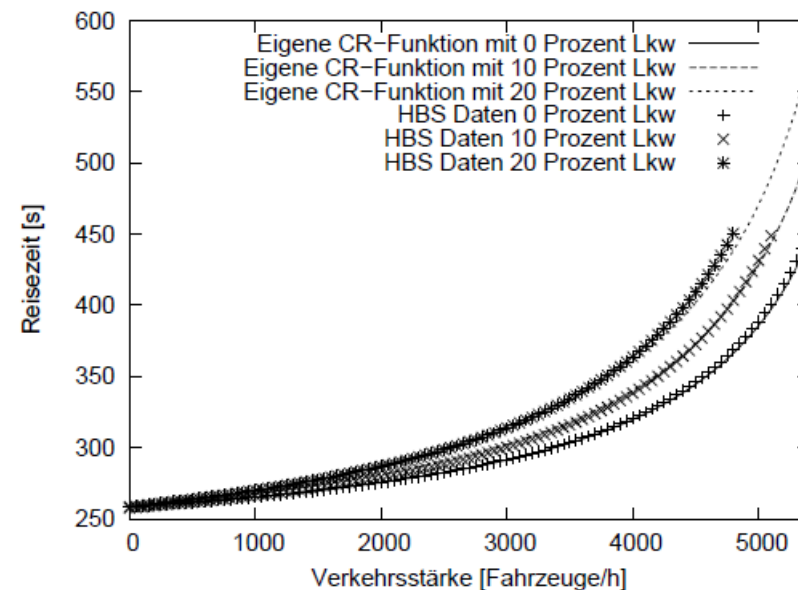
Für deutsche Autobahnen sind CR-Funktionen derzeit ungenau



Eine CR-Funktion für dt. Autobahnen mit Lkw-Anteil

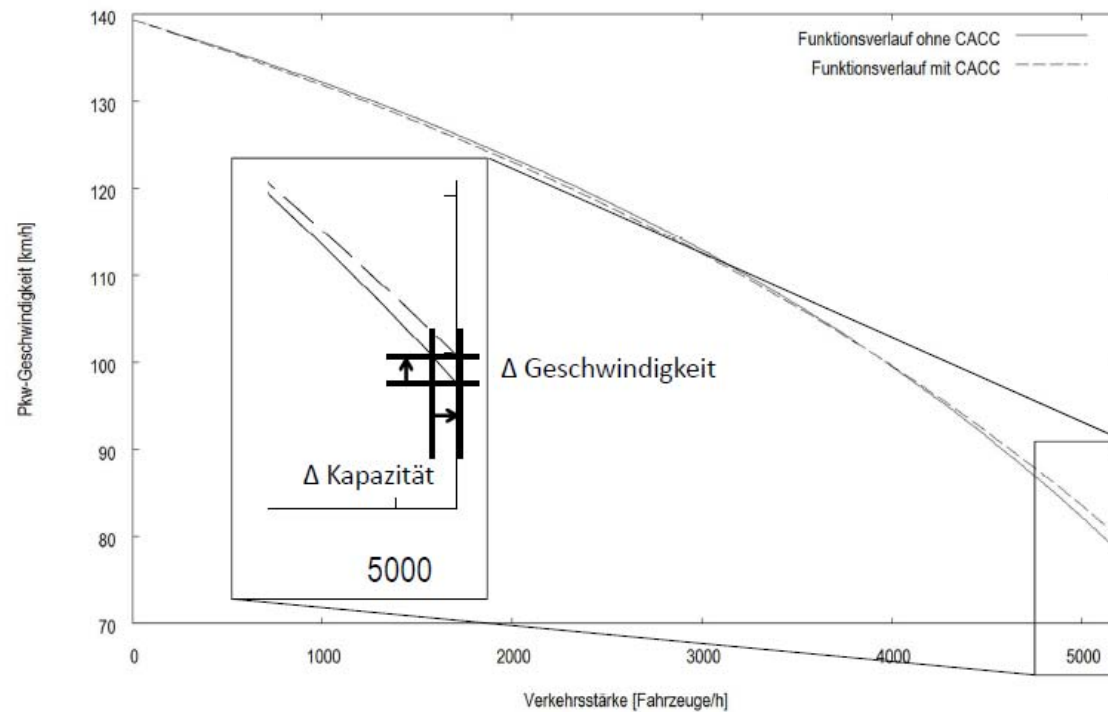
- Eine „gute“ CR-Funktion ist Voraussetzung für die Integration von CACC in das Modell
- Folgende CR-Funktion wurde neu entwickelt:

$$f(q) = t_0 \cdot \frac{\beta - \left(\alpha - \frac{T}{\tau}\right) \cdot \left(\frac{q}{\gamma \cdot q_{max}}\right)}{\beta - \left(\frac{q}{\gamma \cdot q_{max}}\right)}$$



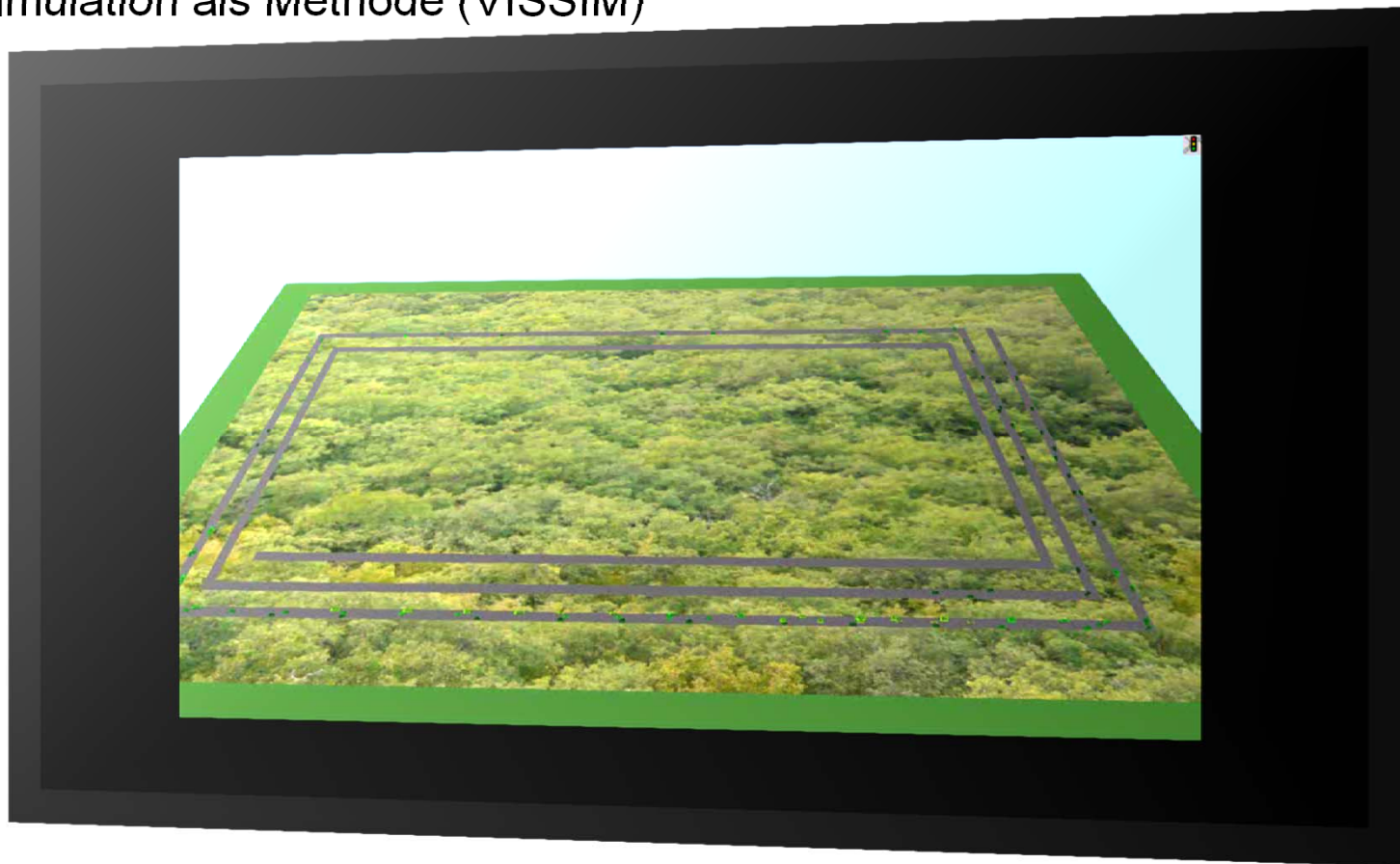
Erhebung von Daten für die CR-Funktion

- Es müssen Daten zum q-v-Verlauf erhoben werden
- Änderung des Funktionsverlaufes durch CACC sollen sichtbar werden



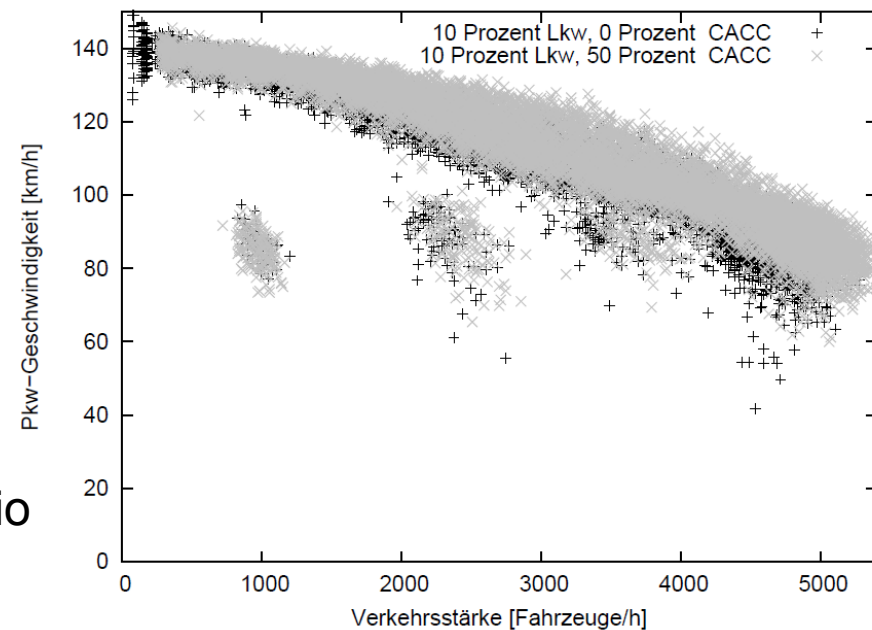
Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

- Simulation als Methode (VISSIM)



Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

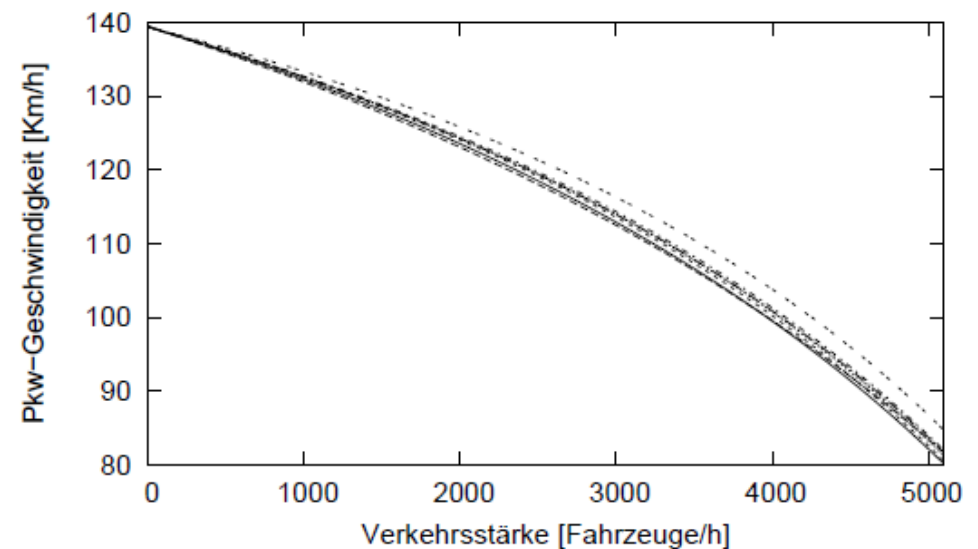
- Simulation als Methode (VISSIM)
- Aufzeichnung von q-v-Messpunkten
 - Lkw-Anteil von 0 - 25 %
 - CACC-Anteil von 0 - 50 %
 - An drei Querschnitten
 - Quasi-Momentan (5 Min.)
 - 1000 Simulationen je Szenario



Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

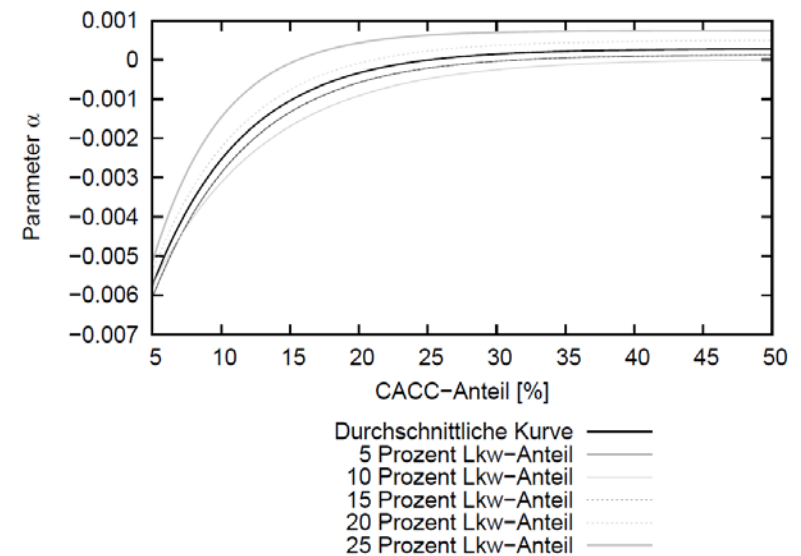
- Simulation als Methode (VISSIM)
- Aufzeichnung von q-v-Messpunkten
- Veränderungen durch den CACC-Einsatz (Fitting an CR-Funktion)

$$f(q) = t_0 \cdot \frac{1,15 - (0,85 - \frac{T}{\tau} + f_{\alpha}(C_{CACC})) \cdot \left(\frac{q}{1,05 \cdot q_{max}}\right)}{1,15 - \left(\frac{q}{1,05 \cdot q_{max}}\right)}$$



Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

- Simulation als Methode (VISSIM)
- Aufzeichnung von q-v-Messpunkten
- Veränderungen durch CACC-Einsatz
- Ableitung neuer Parameter der CR-Funktion

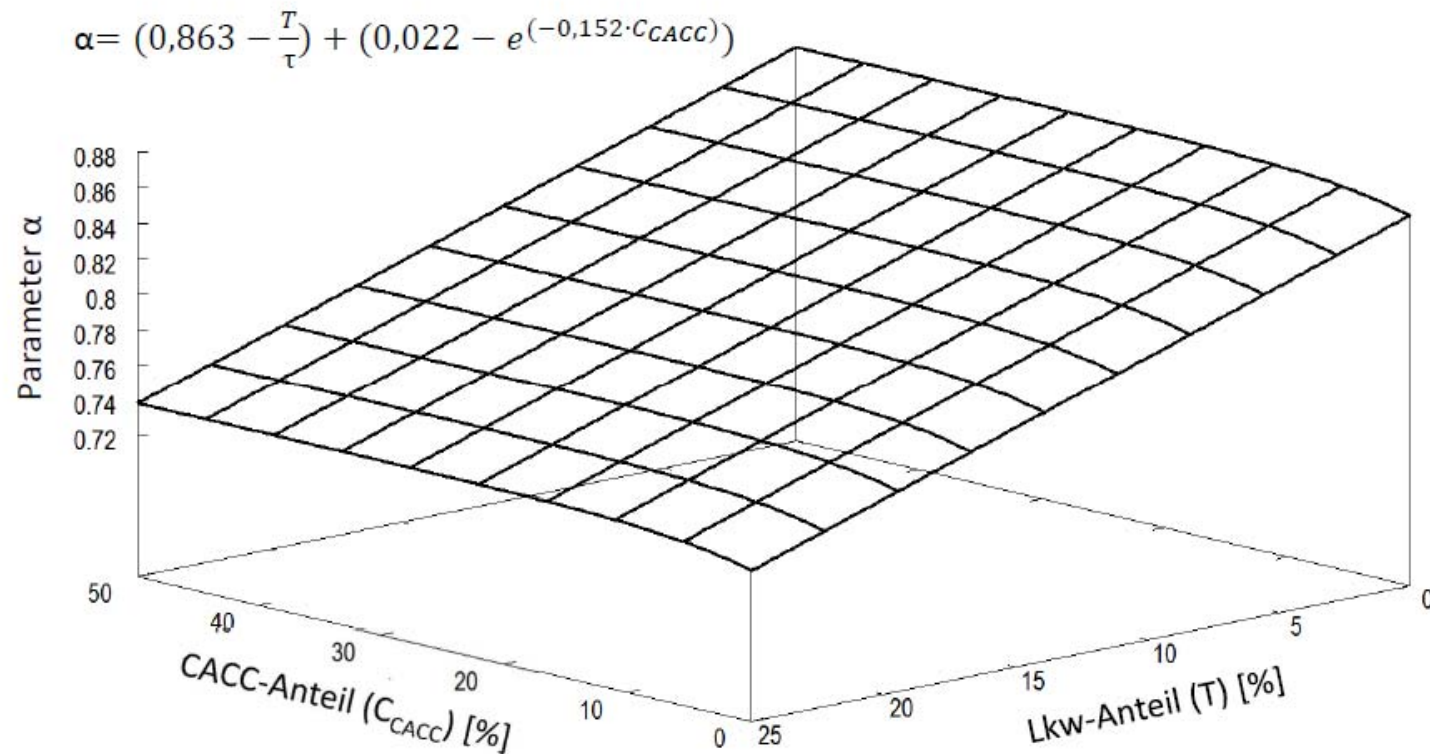


Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

- Simulation als Methode (VISSIM)
- Aufzeichnung von q-v-Messpunkten
- Veränderungen durch CACC-Einsatz
- Ableitung neuer Parameter der CR-Funktion
- Entwickeln eines funktionalen Zusammenhanges zwischen Lkw-Anteil, Ausstattungsgrad und einem Parameter der CR-Funktion



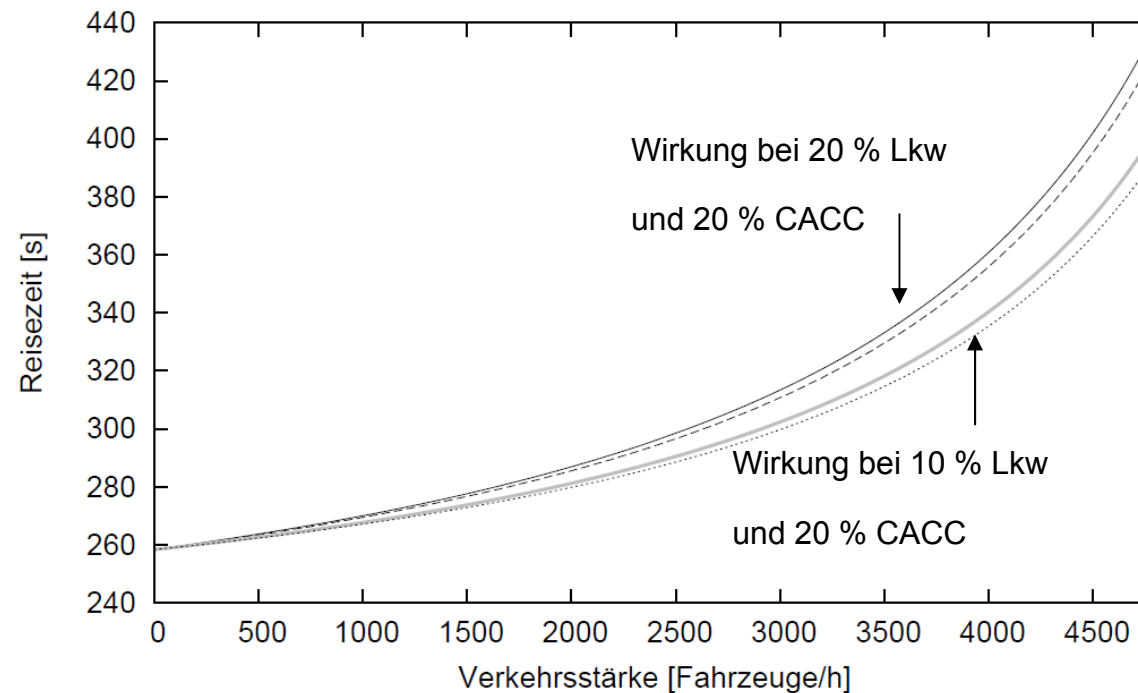
Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr



Ermittlung von Reisezeit und Kapazitätseffekten für CACC im Fernverkehr

- Resultierende CR- Funkti

mit Effekten von CACC:
$$f(T, C_{CACC}, q) = t_0 \cdot \frac{1,15 - ((0,863 - \frac{T}{\tau}) + (0,022 - e^{(-0,152 \cdot C_{CACC})})) \cdot (\frac{q}{1,05 \cdot q_{max}})}{1,15 - (\frac{q}{1,05 \cdot q_{max}})}$$



Inhalte der Präsentation

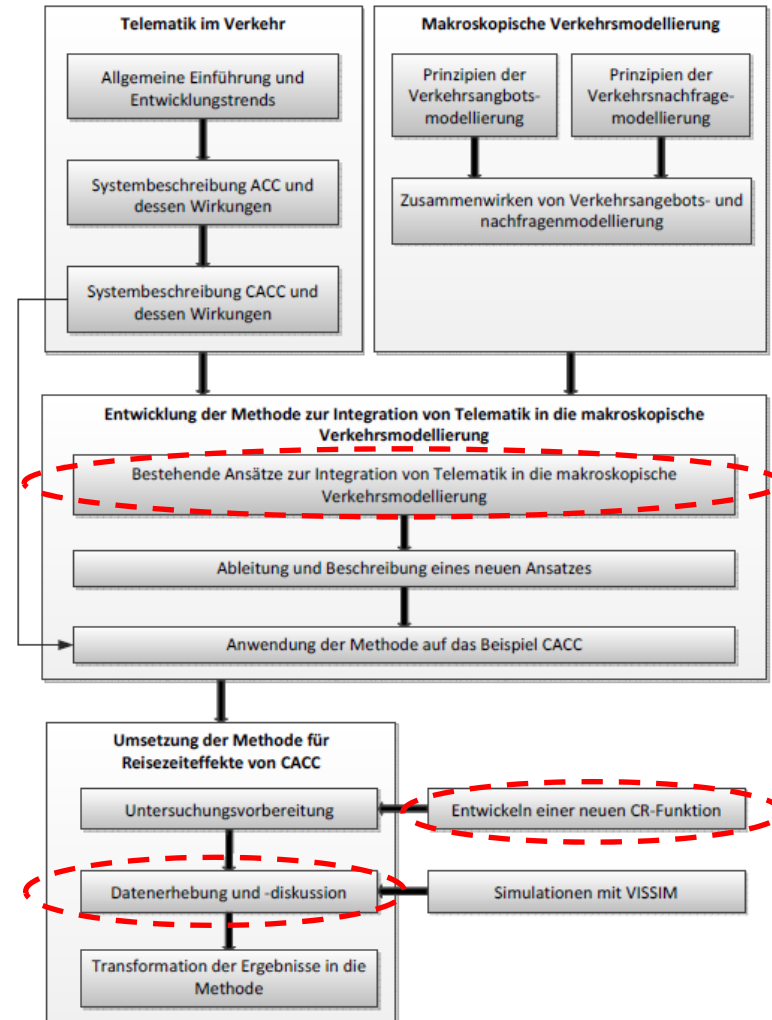
- Motivation für das Forschungsthema
- Vorstellung der entwickelten Methode
- Umsetzung der Methode am Beispiel von CACC
- Zusammenfassung und Ausblick im Forschungsthema



Zusammenfassung der Arbeit

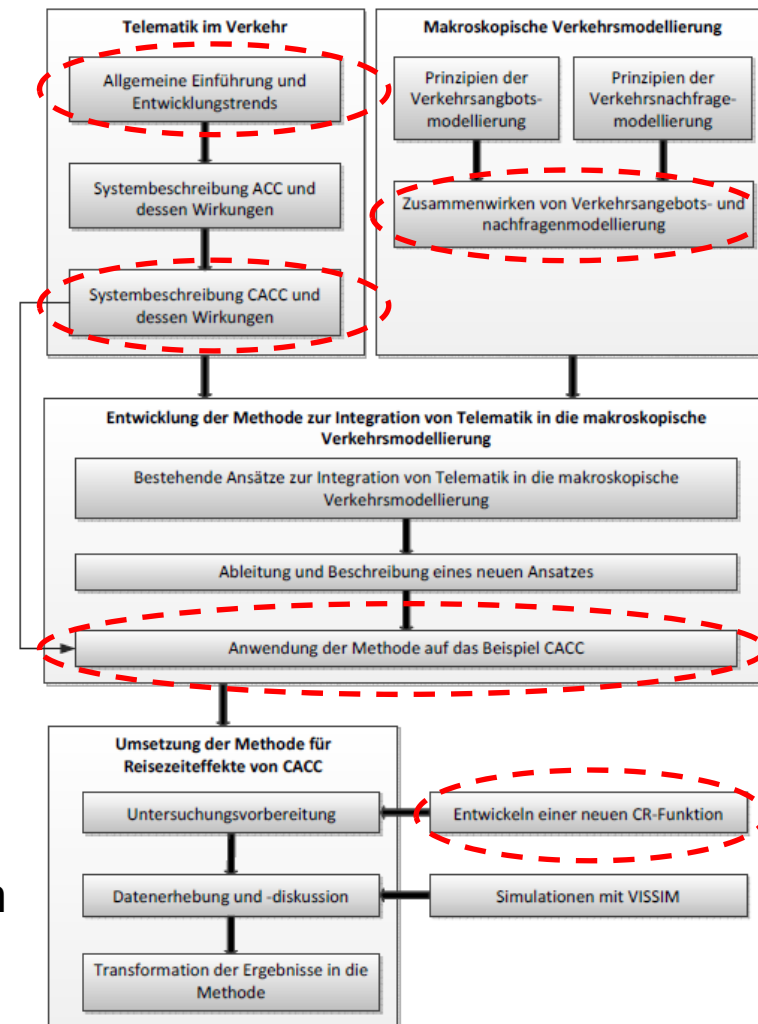
Zentrale Innovationen:

- Methodische Innovation
- Neue CR-Funktion
- Wirkungen von CACC



Ausblick

- Telematik als Begriff definieren und diskutieren
- Diffusion von Telematikanwendungen im sozialen System
- Nutzenfunktionen erforschen
- Weitere Telematikanwendungen aufbereiten
- Weiterentwicklung von CR-Funktionen



Es verbleibt noch viel Forschungsarbeit in diesem Themenfeld...



Kontakt:

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Institut für Verkehrsforschung | Rutherfordstraße 2 | 12489 Berlin

Dr.-Ing. **Stephan Müller** | Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Telefon 030 67055-149 | Telefax 030 67055-283 | stephan.mueller@dlr.de

www.DLR.de/vf

